

# OBLICZENIA HYDRAULICZNE DLA MOSTU

## **Sprawdzenie światła projektowanego mostu przez rzekę Wisłokę w m. Krempana**

Literatura :

1. Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów - IBDiM
2. Światła mostów i przepustów. Zasady obliczeń z komentarzami i przykładami. - IBDiM
3. Dziennik ustaw nr 63 - załącznik nr 1
4. "Gospodarka Wodna" Nr 6/1977

Jednostki:

$$1000 \cdot \text{m} = 1 \cdot \text{km} \quad \text{km} \cdot \text{km} = 1 \cdot \text{km}^2 \quad \text{km} := 1000 \cdot \text{m}$$

Przepływ miarodajny:

$$Q_m := 290 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## **2. Obliczenie hydrauliczne**

### **Wyznaczenie poziomu zwierciadła wody w przekroju obliczeniowym tuż przed obiektem projektowanym**

Qspółczynniki szorstkości koryt cieków wg tabeli nr 1.1 str. 4 (1)

$$\gamma_{k1} := 2.75 \quad \text{Koryta kręte, nosące rumowisko na podłożu skalnym}$$

$$\gamma_{k2} := 5.0 \quad \text{Koryta silnie zrośnięte, łachy, tereny zalewowe}$$

$$i_{lok} := 0.0039 \quad \text{lokalny spadek dna cieków przed mostem pomierzony w terenie}$$

### **2.1. Przekrój mostowy wlotowy dla proj. obiektu**

#### **Koryto główne**

$$F_{k1} := 65.07 \cdot \text{m}^2 \quad \text{powierzchnia przepływu przy ustalonym poziomie wód wysokich}$$

$$P_{k1} := 28.49 \cdot \text{m} \quad \text{obwód zwilżony}$$

$$R_{k1} := \frac{F_{k1}}{P_{k1}}$$

$$R_{k1} = 2.28 \text{ m} \quad \text{promień hydrauliczny}$$

$$C := \frac{\left( 87 \cdot \sqrt{\frac{R_{k1}}{\text{m}}} \right)}{\sqrt{\frac{R_{k1}}{\text{m}} + \gamma_{k1}}} \quad C = 30.85$$

wg wzoru 1.11 str 4. (1)

$$V_{k1} := C \cdot R_{k1} \cdot i_{lok}^{0.5} \cdot \left( \frac{1}{\text{s}} \right) \quad V_{k1} = 4.401 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_{k1} := F_{k1} \cdot V_{k1} \quad Q_{k1} = 286.37 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### **Zalew prawostronny**

$$F_{k2} := 5.78 \cdot \text{m}^2 \quad \text{powierzchnia przepływu przy ustalonym poziomie wód wysokich}$$

$$P_{k2} := 10.47 \cdot \text{m} \quad \text{obwód zwilżony}$$

$$R_{k2} := \frac{F_{k2}}{P_{k2}} \quad R_{k2} = 0.55 \text{ m} \text{ promień hydrauliczny}$$

$$C := \frac{\left(87 \cdot \sqrt{\frac{R_{k2}}{m}}\right)}{\sqrt{\frac{R_{k2}}{m} + \gamma_{k2}}} \quad C = 11.26$$

wg wzoru 1.11 str 4. (1)

$$V_{k2} := C \cdot R_{k2} \cdot i_{lok}^{0.5} \cdot \left(\frac{1}{s}\right) \quad V_{k2} = 0.388 \cdot \frac{m}{s}$$

$$Q_{k2} := F_{k2} \cdot V_{k2} \quad Q_{k2} = 2.24 \cdot \frac{m^3}{s}$$

### Zalew lewostronny

$$F_{k3} := 8.71 \cdot m^2 \text{ powierzchnia przepływu przy ustalonym poziomie wód wysokich}$$

$$P_{k3} := 24.70 \cdot m \text{ obwód zwilżony}$$

$$R_{k3} := \frac{F_{k3}}{P_{k3}} \quad R_{k3} = 0.35 \text{ m} \text{ promień hydrauliczny}$$

$$C := \frac{\left(87 \cdot \sqrt{\frac{R_{k3}}{m}}\right)}{\sqrt{\frac{R_{k3}}{m} + \gamma_{k2}}} \quad C = 9.24$$

wg wzoru 1.11 str 4. (1)

$$V_{k3} := C \cdot R_{k3} \cdot i_{lok}^{0.5} \cdot \left(\frac{1}{s}\right) \quad V_{k3} = 0.203 \cdot \frac{m}{s}$$

$$Q_{k3} := F_{k3} \cdot V_{k3} \quad Q_{k3} = 1.77 \cdot \frac{m^3}{s}$$

### Suma przepływów

$$Q_k := Q_{k1} + Q_{k2} + Q_{k3} \quad Q_k = 290.383 \cdot \frac{m^3}{s} \text{ co jest porównywalne z: } Q_m = 290 \cdot \frac{m^3}{s}$$

### Sprawdzenie parametrów przepływu, spiętrzenia i światła mostu

$$h_3 := 3.12 \cdot m \text{ wysokość wody w przekroju wlotowym}$$

Przy założonym umocnieniu skarp i częściowo dna zakładamy schemat z dnem rozmywalnym

Określenie dopuszczalnego stopnia rozmycia:  $P_{dop} := 1.0$  fundamenty bezpośrednio na gruncie lub na palach bez ścianek szczelnych

Szerokość zwierciadła wody w korycie głównym:  $B_{og} := 27.74 \text{ m}$

Przepływ w korycie głównym:  $Q_{og} := Q_{k1}$

Minimalne światło mostu:  $L_{min} := B_{og} \cdot \left(\frac{Q_m}{Q_{og}}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot P_{dop}^{\frac{-3}{2}} \quad L_{min} = 28.21 \text{ m}$

Długość pomiędzy krawędziami przyczółków po skosie:  $L_{og} := 33.81 \text{ m}$

Przyjęte światło mostu:  $L := \frac{L_{og}}{1.06418} \quad L = 31.77 \text{ m}$

Obliczenie stopnia rozmycia:

$$P := \left( \frac{L}{B_{og}} \right)^{\frac{-2}{3}} \cdot \left( \frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{\frac{8}{9}} \quad P = 0.924$$

$$P < P_{dop} = 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

## Sprawdzenie warunku nierozmywalności dna w terasach zalewowych

Rozpoznanie geologiczne wykazało na terenach zalewowych obecność gruntów spoistych :  
glin, piasków gliniastych i pyłów

$h := 1.12$  głębokość strumienia w terasach zalewowych

$$\frac{1}{h^5} = 1.023 \quad \text{Z tabeli 2.3:} \quad V_{dop} := 0.8 \cdot h^{\frac{1}{5}} \cdot \frac{m}{s} \quad V_{dop} = 0.818 \cdot \frac{m}{s}$$

$V_{k2} < V_{dop} = 1$  prędkość przepływu w zalewie lewym spełnia warunek nierozmywanego dna

$V_{k3} < V_{dop} = 1$  prędkość przepływu w zalewie prawym spełnia warunek nierozmywanego dna

## Obliczenie spiętrzenia pod mostem.

Z założenia należy obliczyć najpierw spiętrzenie jak dla dna nierozmywalnego

$$v_{kr} := \sqrt{g \cdot h_3} \quad v_{kr} = 5.531 \cdot \frac{m}{s} \quad \text{prędkość krytyczna}$$

$$v_{nr} := \left( 1.2 \frac{m}{s} \right) \cdot \left( \frac{h_3}{m} \right)^{\frac{1}{5}} \quad v_{nr} = 1.507 \cdot \frac{m}{s} \quad \text{prędkość nie powodująca rozmycia dna}$$

Dane z obliczeń przekroju mostowego brutto:

$$v_1 := V_{k1} \quad v_1 = 4.401 \, m \cdot s^{-1} \quad F_{br1} := F_{k1}$$

$$v_2 := V_{k2} \quad v_2 = 0.388 \, m \cdot s^{-1} \quad F_{br2} := 1.57 m^2$$

$$v_3 := V_{k3} \quad v_3 = 0.203 \, m \cdot s^{-1} \quad F_{br3} := 2.04 m^2$$

$$Q_s := v_1 \cdot F_{br1} + v_2 \cdot F_{br2} + v_3 \cdot F_{br3} \quad F_{br} := F_{br1} + F_{br2} + F_{br3} \quad F_{br} = 68.68 m^2$$

$$Q_s = 287.39 \, m^3 \cdot s^{-1} \quad \text{przepływ w części koryta niezabudowanego odpowiadający powierzchni przekroju mostowego brutto}$$

$$M := \frac{Q_s}{Q_m} \quad M = 0.991$$

Odczyt współczynnika strat z rys. 2.7

$$K_0 := 0.18$$



Określenie wpływu filarów:  $F_f := 0 \text{ m}^2$

dla zależności:  $\frac{F_f}{F_{br}} = 0$  odczyt z rys. 2.8  $\Delta K_f := 0.0$

wpływ niesymetryczności zwężenia cieku  $e := 1 - \frac{v_2 \cdot F_{br2}}{v_3 \cdot F_{br3}}$

dla zależności:  $e = -0.468$  odczyt z rys. 2.9  $\Delta K_c := 0.010$

wpływ uwzględniający wpływ ukośnego usytuowania mostu  $\Delta K_\phi := 0$

Sumaryczny współczynnik  $K := K_0 + \Delta K_f + \Delta K_c + \Delta K_\phi$   $K = 0.19$

$\alpha_0 := 1.2$  współczynnik Saint-Venanta przed mostem

$$\alpha := 1 + M \cdot (\alpha_0 - 1)$$

$\alpha = 1.198$  współczynnik Saint-Venanta pod mostem

$v := v_{nr}$  średnia prędkość pod mostem w przekroju nierozmytym ograniczonym miarodajną rzędną zwierciadła wody

$F_0 := F_{br}$   $F_0 = 68.68 \text{ m}^2$  powierzchnia sumaryczna przepływu w przekroju mostowym

$v_0 := \frac{Q_m}{F_0}$   $v_0 = 4.22 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$  średnia prędkość w przekroju niezabudowanym

$B_0 := L$   $B_0 = 31.77 \text{ m}$  szerokość przekroju mostowego

$\Delta z := 0.25 \text{ m}$  założona wysokość spiętrzenia wody przed mostem

$v_s := \frac{Q_m}{F_0 + B_0 \cdot \Delta z}$   $v_s = 3.785 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Sprawdzenie równania na spiętrzenie:**

założone  $\Delta z = 0.25 \text{ m}$  ma być równe  $\frac{\alpha \cdot v^2}{2g} \cdot K + \frac{\alpha \cdot (v_0^2 - v_s^2)}{2g} = 0.24 \text{ m}$

**Obliczenie spiętrzenia dla dna rozmywalnego**

$$P = 0.924$$

$$P < P_{dop} = 1$$

obliczony stopień rozmycia przy założonym świetle mostu jest mniejszy od 1 wobec czego nie wpływa to na wartość spiętrzenia.

**Zestawienie wyników:**

Przepływ miarodajny:  $Q_m = 290 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Dane pokazane na załączniku graficznym:

Projektowane światło mostu:  $35.00 \text{ m}$

Obliczeniowy poziom wód wysokich:  $H_{w.w.} := 358.92 \cdot \text{m}$

Obliczeniowy poziom wód wysokich spiętrzonych:  $H_{w.w.sp.} := \Delta z + H_{w.w.} = 359.17 \text{ m}$

Minimalny poziom spodu konstrukcji:  $H_{k.min} := H_{w.w.sp.} + 1.0 \text{ m} = 360.17 \text{ m}$

Projektowany poziom spodu konstrukcji:

$$H_k := 360.20\text{m}$$

Zapas wysokościowy od poziomu wód wysokich spiętrzonych do proj. spodu konstrukcji:

$$H_k - H_{w.w.sp.} = 1.03\text{ m}$$

**Wnioski :**

Światło obiektu umożliwia przepływ wód wysokich; wyniesienie spodu konstrukcji w stosunku do wód wysokich spiętrzonych wynosi 108cm. Spiętrzenie wody przed obiektem wynosi 25cm.

Obliczył :

**mgr inż. Rafał Leń**

upr. bud. nr PDK/0107/POOM/10  
upr. bud. nr PDK/0107/POOD/12  
do projektowania bez ograniczeń w specjalności  
mostowej i drogowej oraz do sprawowania, kontroli  
utrzymania obiektów budowlanych dla dróg oraz  
drogowych i kolejowych obiektów inżynierskich